COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 AOUT 1862.

PRÉSIDENCE DE M. DUHAMEL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur les ganglions du grand sympathique; par* M. CLAUDE BERNARD.

Ganglion sous-maxillaire.

« Les nerfs moteurs, dans l'état normal, n'ont pas la faculté d'entrer spontanément en fonction ; il faut toujours qu'ils y soient sollicités par l'influence de la volonté ou par l'excitation d'un nerf sensitif. Lorsque le mouvement a lieu par suite de la réaction du nerf sensitif sur le nerf moteur, on donne à ce mouvement le nom de *mouvement réflexe*, que la sensation qui en est le point de départ soit consciente ou non. Or tous les mouvements qui sont régis par le grand sympathique sont exclusivement réflexes et par conséquent placés en dehors de l'influence volontaire.

» Tout mouvement réflexe exige l'intervention de trois organes nerveux : 1° le nerf sensitif qui apporte l'excitation de la périphérie ; 2° le centre nerveux qui reçoit l'impression en quelque sorte passivement et la réfléchit ou la renvoie sous la forme d'influence motrice ; 3° enfin le nerf moteur chargé de transmettre cette influence du centre à la périphérie, dans un organe quelconque. On admet généralement aujourd'hui que les organes nerveux encéphaliques et la moelle épinière sont les centres exclusifs de tout mouvement réflexe et que les ganglions du grand sympathique, malgré la pré-

sence de cellules nerveuses dans leur texture, ne sont point aptes à remplir le rôle de centre dans la production des actions réflexes. Mais dans cette question physiologique, comme dans toutes les autres, on ne saurait se décider par des considérations *à priori* ou par de simples analogies; on ne peut établir son jugement que par des expériences spéciales faites sur l'animal vivant et instituées sur les divers ganglions sympathiques. J'ai entrepris une série d'expériences dans cette direction et je vais aujourd'hui communiquer les résultats que j'ai obtenus pour le ganglion sous-maxillaire.

» Chez l'homme et chez les animaux pourvus d'appareil salivaire, il existe sur le trajet du nerf lingual de la cinquième paire un petit ganglion qui a des rapports anatomiques et physiologiques avec l'appareil nerveux de la glande salivaire sous-maxillaire. Ce ganglion varie dans son volume et ses dispositions chez les divers animaux; je me bornerai à indiquer ici les dispositions particulières au chien, parce que c'est l'animal sur lequel j'ai fait toutes mes expériences. Chez le chien, le ganglion sous-maxillaire est situé sur le trajet du nerf lingual, dans le point où la corde du tympan s'en détache pour se diriger en arrière et se rendre dans la glande sous-maxillaire. Ce ganglion se trouve placé dans l'angle rentrant que forment les deux nerfs en se séparant; le plus souvent il est confondu avec la corde du tympan, mais quelquefois il en est isolé sous forme d'une petite masse grisâtre, aplatie ou arrondie d'où partent des filets antérieurs et supérieurs qui l'unissent au nerf lingual, et des filets postérieurs et inférieurs qui vont avec la corde du tympan dans la glande sous-maxillaire et dans quelques glandules voisines; enfin dans certains cas le ganglion sous-maxillaire est remplacé par un véritable plexus ganglionnaire qui accompagne la corde du tympan jusque dans la glande sous-maxillaire. Mais, quelle que soit celle de ces dispositions anatomiques qui existe, le ganglion sous-maxillaire constitue toujours une sorte de pont ganglionnaire ou sympathique qui, allant du nerf lingual à la corde du tympan, peut relier physiologiquement la langue ou plutôt la membrane muqueuse bucco-linguale avec la glande sous-maxillaire. Il s'agit actuellement de déterminer expérimentalement si, par l'intermédiaire de ce pont formé par le ganglion sous-maxillaire et ses filets, il peut se produire des actions réflexes de la langue sur la glande sous-maxillaire, sans l'intervention du centre nerveux encéphalique. Le ganglion sous-maxillaire se prête assez convenablement à cette vérification, parce que, d'une part, il est facile de l'isoler du centre cérébral et que, d'autre part, les actions réflexes sur la glande sous-maxillaire, se traduisant toujours par

une sécrétion évidente, les causes d'erreur sont moins à redouter. Or voici de quelle manière j'ai institué mes expériences.

» Sur des chiens de très-grande taille, pour que les nerfs et le ganglion sous-maxillaire soient plus gros, j'ai mis à découvert le nerf lingual au-dessous de la mâchoire, en enlevant le muscle digastrique par un procédé opératoire que j'ai décrit depuis longtemps (1). Je place d'abord dans le conduit de la glande sous-maxillaire un petit tube d'argent qui doit servir à constater la sécrétion salivaire réflexe, ensuite j'écarte en dehors le muscle milo-hyoïdien et je mets à nu, avec précaution, le nerf lingual aussi haut que possible, en remontant sous la branche horizontale de la mâchoire. Alors on peut apercevoir par transparence, et sans la disséquer, la corde du tympan qui se sépare en arrière du nerf lingual, puis le ganglion sous-maxillaire qui est placé à l'angle de séparation des deux nerfs. On a ainsi sous les yeux tous les organes du phénomène réflexe qu'il s'agit de constater, savoir : 1° le nerf lingual (nerf sensitif) ; 2° la corde du tympan (nerf moteur); 3° le ganglion sous-maxillaire (centre de l'action réflexe). Il ne reste plus alors qu'à isoler physiologiquement le ganglion sous-maxillaire en supprimant l'influence cérébro-spinale. On réalise facilement cette condition en coupant le tronc nerveux tympanico-lingual, aussi haut que possible, au-dessus de l'émergence de la corde du tympan. Sur des chiens de très-grande taille cette section peut être opérée à 1 centimètre environ au-dessus du ganglion sous-maxillaire, qu'on laisse par conséquent dans toute son intégrité. Toutes les choses étant ainsi disposées, on peut constater d'une façon très-nette que des actions réflexes ont lieu dans la glande sous-maxillaire par suite de l'excitation du nerf lingual séparé du centre encéphalique ; on prouve ensuite que cette excitation du nerf sensitif est transmise à la corde du tympan par l'intermédiaire du ganglion sous-maxillaire, qui joue dans ce cas le rôle de centre nerveux en dehors de toute participation cérébro-spinale. En effet, chaque fois qu'avec un courant électrique même faible on excite, dans un point aussi éloigné que possible du ganglion (à 3 ou 4 centimètres chez les grands chiens), le nerf lingual bien isolé, on voit au bout de 6 à 10 secondes la salive s'écouler en gouttelettes par le tube d'argent placé dans le conduit sous-maxillaire, et l'écoulement cesser quand on suspend l'excitation galvanique du nerf. On peut reproduire l'expérience autant de fois qu'on le veut avec les mêmes résultats, pourvu que le ganglion sous-maxillaire soit

---

(1) Cours au Collége de France sur les liquides de l'organisme ; t. II, p. 281, année 1858.

resté intact. Mais il suffit, à l'aide de la pointe d'un bistouri ou de ciseaux fins, d'opérer une petite incision verticale en avant du ganglion sous-maxillaire, entre lui et le nerf lingual, pour diviser par cela même tous les filets qui font communiquer ces deux nerfs. Aussitôt après cette section, toute espèce d'action réflexe est devenue impossible. On peut exciter de nouveau le nerf lingual dans le même point qu'auparavant, sans provoquer aucun écoulement salivaire, même en employant un courant électrique beaucoup plus énergique que celui qui avait été mis en usage avant la destruction des filets ganglionnaires. L'expérience, telle que je viens de la résumer, est d'une grande simplicité, et l'excitation comparative que l'on peut exercer de la même manière, sur le même point du nerf lingual, avant et après la section des filets ganglionnaires, pourrait paraître à beaucoup d'expérimentateurs une garantie suffisante contre les causes d'erreur. Cependant, comme il s'agit ici d'une expérience très-importante, je dois examiner et chercher à prévenir toutes les objections possibles. L'excitation électrique du nerf lingual, dira-t-on, pourrait donner naissance à des courants dérivés qui se porteraient sur la corde du tympan, ou bien encore produire dans le nerf lingual un état électrotonique qui, réagissant sur la glande par l'intermédiaire de la corde du tympan, provoquerait une sécrétion que, dans cette circonstance, on devrait appeler une *sécrétion paradoxale*. Mais ces deux objections sont frappées de nullité par cela seul que l'action réflexe disparaît par la simple section des filets ganglionnaires, section qui serait absolument incapable d'ailleurs d'empêcher les courants dérivés ou l'état électrotonique d'agir sur la corde du tympan, d'autant plus que je me suis toujours assuré que ce nerf n'avait pas éprouvé de solution de continuité, ni de lésion quelconque. Pour obtenir cette assurance, il suffit de pincer ou d'exciter d'une autre manière le tronçon nerveux tympanico-lingual qui est situé au-dessus du ganglion sous-maxillaire, et on voit aussitôt la sécrétion salivaire couler avec abondance, par suite de l'excitation directe de la corde du tympan ; ce qui n'aurait certainement pas lieu si ce filet nerveux avait été détruit plus bas, au niveau du ganglion sous-maxillaire. Mais, pour couper court à toutes ces objections, qui d'ailleurs seraient purement théoriques, j'ajouterai qu'on peut substituer à l'électricité un autre excitant, tel que le pincement ou le sel marin par exemple, et obtenir les mêmes résultats. Quand on place l'extrémité centrale d'une branche du nerf lingual, après l'avoir coupée au-dessous du ganglion sous-maxillaire, dans un verre de montre et qu'on la recouvre de sel en poudre, légèrement humecté, on voit au bout de 15 à 20 secondes l'effet de l'excitation

réflexe se manifester par l'écoulement de la salive. Par le pincement, comme avec le sel, il n'est plus possible d'admettre ni courants dérivés, ni influence électrotonique. L'action sécrétoire réflexe par l'intermédiaire du ganglion sous-maxillaire est ici évidente ; car, dans ce cas, la section des filets ganglionnaires abolit également toute action réflexe, comme elle a lieu avec l'emploi de l'électricité (1).

» Les actions réflexes que je viens de signaler dans le ganglion sous-maxillaire sont beaucoup plus obscures et plus difficiles à manifester quand, au lieu d'exciter directement le nerf lingual, on agit sur la membrane muqueuse qui recouvre la langue. Ainsi le vinaigre n'agit plus d'une manière bien sensible pour provoquer la sécrétion salivaire. Cependant quelques autres agents, tels que l'électricité dans certains cas, l'éther versé sur la langue maintenue tirée hors de la gueule et amenant un refroidissement et un desséchement de sa surface, peuvent provoquer encore une sécrétion salivaire réflexe; seulement cette sécrétion réflexe quand elle arrive est très-peu abondante et se fait attendre longtemps, quelquefois jusqu'à 60 secondes et plus

» Un point très-important de l'expérience qu'il faut rappeler ici est celui qui concerne les phénomènes vasculaires de la sécrétion salivaire inconsciente et réflexe. J'ai rapporté autrefois des expériences qui montrent que les fonctions sécrétoires sont toujours accompagnées par des phénomènes vasculaires et calorifiques. Au moment même où la salive se sécrète, le sang veineux de la glande coule beaucoup plus abondamment ; sa couleur devient

---

(1) Il ne faudrait pas conclure de là que le sel marin est un excitant qui puisse être substitué à l'électricité, dans toute occasion, avec certitude. Je n'ai jamais pu obtenir avec le sel, soit chez le chien, soit chez le lapin, l'excitation du bout supérieur coupé du grand sympathique cervical. Le bout du nerf peut être plongé aussi longtemps qu'on veut dans du sel en poudre humecté, sans qu'on observe ni dilatation de la pupille, ni resserrement des vaisseaux de l'oreille, ni sécrétion sous-maxillaire. Par un courant électrique interrompu, suffisamment énergique, tous ces effets s'obtiennent au contraire très-facilement, et beaucoup plus facilement encore, surtout quand il s'agit des mouvements pupillaires, par l'excitation d'un nerf sensitif qui exerce son action par une influence réflexe. De ce que l'électricité seule peut faire agir le filet cervical sympathique sur la pupille, sur les vaisseaux et sur la glande sous-maxillaire, devrait-on en conclure que ce seraient là des résultats d'actions électrotoniques transmises sur d'autres nerfs. Je ne le crois pas ; car pour ce qui concerne la glande sous-maxillaire, j'ai vu la galvanisation du sympathique cervical augmenter la sécrétion devenue continuelle, alors que le nerf lingual, le ganglion sous-maxillaire et la corde du tympan avaient complétement perdu leurs propriétés et n'étaient par conséquent plus susceptibles d'être influencés électrotoniquement.

plus rutilante et sa température plus élevée. Or, quand on provoque la sécrétion réflexe par le centre sous-maxillaire, c'est-à-dire après avoir préalablement coupé le tronc tympanico-lingual au-dessus de ce ganglion pour l'isoler de ses connexions cérébrales, on voit toujours les phénomènes vasculaires ou, en d'autres termes, l'accélération de la circulation se manifester en même temps que la sécrétion. Par conséquent, on peut dire que dans cette expérience les phénomènes vasculaires et calorifiques se montrent sans l'intervention du système nerveux cérébro-spinal et par un mouvement réflexe propre au grand sympathique. Les filets cervicaux sympathiques qui arrivent à la glande sous-maxillaire en suivant ses artères, n'ont aucunement à intervenir dans cette explication. J'ai coupé, aussi complétement que possible, tous ces filets sur l'artère carotide externe, au-dessus de l'hypoglosse, et leur suppression n'a rien changé aux mouvements réflexes provoqués dans la glande par l'excitation du nerf lingual ; les phénomènes sécrétoires et vasculaires n'en ont été même ordinairement que plus marqués.

» Toutes les expériences que j'ai rapportées dans ce travail sont délicates, mais elles n'offrent pas de difficultés réelles comme procédés opératoires ; elles fournissent des résultats très-clairs, mais qui cependant peuvent beaucoup varier d'intensité suivant la sensibilité des divers animaux, ce qui se conçoit facilement, puisqu'il s'agit d'actions réflexes qui sont d'autant plus énergiques que les animaux sont plus excitables. Il faut donc choisir les races d'animaux les plus sensibles et éviter l'emploi de tout anesthésique qui pourrait émousser l'excitabilité du nerf sensitif. D'un autre côté, si l'on fait usage de moyens qui exaltent la sensibilité, on voit alors les actions réflexes salivaires se montrer d'autant plus intenses.

» En résumé, d'après mes expériences, que j'ai contrôlées et vérifiées avec le plus grand soin et que je crois exemptes de causes d'erreur, je conclus que la langue est reliée avec la glande sous-maxillaire par deux espèces d'arcs nerveux en quelque sorte concentriques : l'un, plus étendu, allant passer par l'encéphale; l'autre beaucoup plus court, et passant par le ganglion sous-maxillaire. A ces deux trajets nerveux paraissent correspondre deux sortes d'influences réflexes destinées à agir sur la glande sous-maxillaire. La première, qui traverse le cerveau, est consciente et mise en activité plus spécialement par la fonction gustative de la langue; la deuxième, qui est inconsciente, est transmise par le ganglion sous-maxillaire et paraîtrait devoir être provoquée plus particulièrement par les conditions de sécheresse ou d'humidité de la membrane bucco-linguale.

» Mais le ganglion sous-maxillaire n'a pas seulement la propriété de propager des actions réflexes qui peuvent, par son intermédiaire, arriver à la glande sous-maxillaire, sans passer par le centre encéphalique, il semble encore avoir une influence particulière sur l'intermittence de la sécrétion salivaire. Tout le monde sait que l'écoulement de la salive se fait d'une manière intermittente, qu'il a lieu seulement lorsqu'une cause excitante réflexe ou directe vient mettre la glande en activité et qu'il cesse quand la cause de cette excitation a disparu. Or j'ai remarqué qu'après la section du ganglion sous-maxillaire, le nerf lingual et la corde du tympan restant intacts, la sécrétion de la glande sous-maxillaire devient continuelle, bien qu'elle puisse encore augmenter d'intensité quand on fait agir des excitants sapides sur la langue. Sur plusieurs chiens, j'avais d'abord observé ce fait sans le comprendre, parce que chez ces animaux il y a souvent beaucoup de variations individuelles pour l'intensité de l'écoulement de la salive; il y a des chiens chez lesquels l'écoulement salivaire, plus difficile à provoquer, est de courte durée après l'excitation, tandis que chez d'autres la douleur ou une action cérébrale directe entretiennent pendant toute l'expérience une cause de sécrétion incessante. Mais, en étudiant le phénomène de plus près, j'ai parfaitement pu constater l'influence du ganglion sous-maxillaire. Pour cela j'ai opéré comparativement chez le même animal sur les deux glandes salivaires à la fois, en ne coupant que d'un seul côté le ganglion sous-maxillaire. Je dois ajouter qu'en opérant la section du tronc tympanico-lingual au-dessus de l'émergence de la corde du tympan, du côté où la sécrétion salivaire était continuelle, on voit cesser aussitôt cette sécrétion d'une manière absolue.

» Enfin je terminerai par un autre fait qui me paraît capital dans l'histoire des nerfs de la glande sous-maxillaire. Nous avons vu que le ganglion a la propriété d'être un second centre d'actions réflexes pour la glande sous-maxillaire; mais ce qui est bien digne de remarque, c'est qu'il finit par perdre cette propriété après un certain temps quand il a été séparé de l'encéphale, et ce qui est plus étonnant encore, c'est que la glande sous-maxillaire qui est alors complétement dépourvue de ses influences nerveuses, au lieu d'entrer dans un état de repos fonctionnel, se trouve au contraire dans un état de sécrétion permanente. J'ai constaté ces faits bien souvent et avec la plus grande netteté. Pour cela il faut, sur des chiens, couper d'un seul côté et par un procédé sous-cutané le tronc tympanico-lingual, entre les muscles ptérygoïdiens et en dedans de la branche verticale de la mâchoire. On reconnaît que l'opération a réussi quand, immédiate-

ment après, la membrane muqueuse linguale est devenue insensible du côté correspondant et que, les jours suivants, l'animal présente sur le bord de la langue des morsures qui sont la conséquence de cette insensibilité. De cette manière on a séparé le ganglion sous-maxillaire de l'encéphale sans le mettre à découvert et en agissant loin de lui par une opération qui ne laisse pas de plaie suppurante, capable d'altérer les tissus. Quelques jours après cette première opération, on met à découvert sur le même animal les nerfs des deux glandes sous-maxillaires et on introduit des deux côtés un petit tube d'argent dans le conduit salivaire. La première chose qui frappe, c'est l'écoulement continuel de salive par le tube d'argent du côté où le nerf lingual a été coupé quelques jours auparavant, tandis que du côté sain le tube d'argent ne laisse rien écouler. On constate ensuite que, dans la glande où l'écoulement salivaire est continuel, tous les nerfs, excepté le sympathique cervical qui n'a pas été coupé, ont perdu leurs propriétés plus ou moins complétement, suivant le temps qui s'est écoulé depuis la section du tronc tympanico-lingual. Parmi les expériences que j'ai faites sur ce sujet, j'en rapporterai une avec quelques détails, afin de mieux préciser les diverses circonstances de ce fait physiologique intéressant.

» Sur un chien de grande taille, de race épagneule, j'ai coupé du côté gauche, par la méthode sous-cutanée et à l'aide d'un crochet tranchant, le tronc nerveux tympanico-lingual, en dedans de la branche de la mâchoire inférieure. Trois semaines après cette opération, qui n'avait en aucune façon modifié l'état général de l'animal, j'ai mis à découvert par les procédés ordinaires le nerf lingual, le ganglion sous-maxillaire, la corde du tympan et le conduit salivaire du côté droit, à l'état normal et du côté gauche, préalablement opéré. Déjà on voyait par transparence le conduit de la glande rempli de salive à gauche, tandis qu'il était vide à droite. Après l'introduction des tubes d'argent dans les conduits, la chose était de toute évidence; rien ne sortait par le tube droit et un écoulement salivaire continuel avait lieu goutte à goutte par le tube gauche : une grosse goutte de salive non visqueuse tombait toutes les quinze ou vingt secondes. Alors je versai dans la gueule de l'animal quelques gouttes de vinaigre, et aussitôt il y eut un écoulement très-abondant de salive du côté sain; mais du côté gauche rien ne fut changé, et toutes les quinze ou vingt secondes il tombait une goutte de salive comme par le passé. Lorsque l'excitation produite par le vinaigre fut apaisée, la sécrétion salivaire s'arrêta à droite, mais elle continuait toujours de même du côté gauche. Après avoir répété plusieurs fois ces épreuves avec des résultats semblables, j'ai coupé à droite le tronc nerveux tympa-

nico-lingual à un demi-centimètre au-dessus du ganglion maxillaire, afin de le séparer de l'encéphale. Cette opération ne changea rien à la sécrétion salivaire, qui continuait toujours à gauche et était nulle à droite. Dans cet état de choses, j'ai isolé la branche la plus inférieure du nerf lingual droit, à 4 centimètres en avant du ganglion sous-maxillaire, et j'ai excité ce nerf avec un faible courant d'induction. Au bout de cinq à six secondes, l'écoulement salivaire commença activement et il coulait six à huit gouttes de salive par minute pendant l'excitation, puis quand celle-ci était suspendue, l'écoulement de la salive s'arrêtait peu à peu. Alors je passai, par comparaison, au nerf lingual du côté gauche, je l'isolai de la même manière et j'appliquai sur lui le même courant d'induction pour l'exciter; mais je n'obtins absolument aucun effet, c'est-à-dire que l'écoulement salivaire qui était continuel de ce côté ne fut ni retardé ni accéléré, toujours le même espace de temps séparait les gouttes de salive qui tombaient, après s'être formées à l'extrémité du tube d'argent. J'augmentai considérablement l'intensité du courant, et je n'obtins pas davantage d'effet; je portai l'excitation galvanique successivement sur le ganglion sous-maxillaire, sur le tronçon nerveux tympanico-lingual situé au-dessus de lui, sur la corde du tympan elle-même, et sur aucun de ces nerfs je n'obtins la moindre action. Tous avaient perdu leurs propriétés, et nul doute que ces nerfs fussent dans un état de dégénération, ce que je me propose de suivre avec soin à l'aide du microscope dans des expériences ultérieures. Mais la glande n'était pas altérée; en la comparant à celle du côté opposé, elle n'était point atrophiée ni modifiée dans les propriétés de son tissu; elle donnait toujours une infusion très-visqueuse, bien que la salive qui s'en écoulait continuellement pendant la vie fût très-aqueuse, ainsi que cela a lieu quand il y a salivation abondante.

» Comme on le voit par cette expérience, la glande sous-maxillaire n'était plus susceptible d'être influencée par ses nerfs qui étaient anéantis physiologiquement, et cependant, au lieu d'avoir perdu sa fonction, elle était au contraire dans un état de ptyalisme ou de sécrétion constante. Ce fait, dont je pourrais rapprocher plusieurs autres analogues que j'ai cités depuis longtemps (1), me semble mériter toute l'attention des physiologistes. Ne se pourrait-il pas que nous fussions dans des idées fausses relativement au mode d'influence des nerfs pour provoquer l'activité des organes. Au lieu d'être des excitateurs, les nerfs ne seraient que des freins; les organes dont

---

(1) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, p. 49, t. I, 3e série; 1860.

la puissance fonctionnelle serait en quelque sorte idio-organique, ne pourraient se manifester qu'au moment où l'influence nerveuse cesserait momentanément son action de frein. Je me borne d'ailleurs à indiquer en passant cette question de physiologie générale, sur laquelle j'aurai occasion de revenir plus tard, et je m'arrête pour aujourd'hui aux conclusions suivantes :

» 1° Le ganglion sous-maxillaire est le siége d'actions réflexes qui se passent en dehors du système cérébro-spinal.

» 2° Le ganglion sous-maxillaire séparé du centre encéphalique paraît perdre ses propriétés, comme les nerfs avec lesquels il est en connexion; alors la sécrétion de la glande sous-maxillaire est continuelle.

» Il y aurait donc dans le ganglion sous-maxillaire, par rapport au centre encéphalique, à la fois indépendance et à la fois subordination. En sera-t-il de même pour tous les autres ganglions du sympathique ou bien trouvera-t-on dans les ganglions médians des cavités splanchniques, des centres nerveux pouvant se conserver et étant alors absolument indépendants de l'axe cérébro-spinal? J'attendrai, pour savoir si après de nouvelles recherches je puis me prononcer sur ce point. »

CHIMIE. MINÉRALOGIE. — *Sur le sesquioxyde de fer attirable à l'aimant; par* **M. F. Malaguti.**

« On a cru pendant longtemps que le peroxyde de fer n'était pur que lorsqu'il n'était pas attirable à l'aimant, car on disait alors qu'il ne renfermait pas de protoxyde; mais M. Delesse, dans son travail sur le pouvoir magnétique des minéraux, a fait voir que l'aimant attire le peroxyde de fer le plus pur, et que cette propriété est d'autant plus marquée que la texture cristalline de l'oxyde est plus prononcée. En effet, en admettant que le magnétisme de l'acier soit représenté par 100 000, celui du fer spéculaire du Vésuve, d'après les déterminations de M. Delesse, est exprimé par 25 000, tandis que celui de l'hématite fibreuse l'est seulement par 64.

» La découverte de M. Delesse paraît très-naturelle à ceux qui savent que le fer pur en poudre, étant complétement peroxydé par le grillage, ne perd pas la propriété d'être attiré par l'aimant.

» Cette observation, que j'ai eu l'occasion de faire dès le début de mes recherches, avait déjà été faite par M. Pelouze, et communiquée par lui à son illustre confrère M. Becquerel : bien qu'il ne l'ait pas publiée, je m'empresse néanmoins de lui en laisser la priorité.

» Mais à côté de ces faits, où la corrélation du magnétisme et de l'état

cristallin paraît manifeste, il y en a d'autres que sépare une ligne de démarcation très-profonde.

» Il existe des hydrates amorphes de peroxyde de fer et des sels de fer, qui, tout en n'étant pas magnétiques par eux-mêmes, n'en laissent pas moins, à la suite d'une légère calcination, un peroxyde de fer très-magnétique, tandis que d'autres sels et d'autres hydrates de fer ne donnent pas, étant calcinés, de peroxyde de fer attirable à l'aimant.

» C'est l'étude des conditions où le chimiste doit se placer pour obtenir à volonté du peroxyde de fer magnétique ou non magnétique qui forme le sujet de cette communication.

» Toutes les fois qu'un carbonate ou un sel organique à base de protoxyde de fer est suffisamment chauffé à l'air pour qu'il y ait élimination complète de l'acide, le peroxyde de fer très-pur qui en résulte est toujours très-magnétique.

» Le protoxyde séparé d'un protosel de fer quelconque par l'ammoniaque et qui reste exposé à l'air, passe, comme on sait, à l'état de peroxyde hydraté, en déterminant la formation d'ammoniaque qu'il fixe. Si l'on torréfie légèrement cet hydrate, dès que sa suroxydation est complète, on obtient un peroxyde de fer très-pur et très-magnétique.

» La rouille ordinaire, dès qu'elle a été purifiée par un fort aimant, dès qu'elle a été amenée à ne pas donner le moindre signe de magnétisme, est formée, on le sait, de peroxyde de fer hydraté très-légèrement ammoniacal. Vient-on à la chauffer, le peroxyde de fer anhydre qu'elle laissera sera fortement attirable à l'aimant.

» Qu'on remarque bien que ces peroxydes magnétiques ne contiennent pas trace de protoxyde de fer; car, outre que les réactifs les plus sensibles n'y accusent pas la présence de ce corps, leur magnétisme persiste même après avoir été déflagrés avec du chlorate de potasse.

» Qu'on remarque aussi que tous ces peroxydes de fer attirables à l'aimant perdent à jamais leur magnétisme, si on les expose pendant longtemps à une très-haute température, ou si on les dissout dans un acide. Il n'arrive pas pour eux ce qui arrive pour l'oxyde magnétique ordinaire, qui peut entrer en combinaison avec un acide et en sortir sans que son magnétisme en soit nullement altéré, et qui conserve encore son magnétisme après avoir subi l'influence prolongée d'une très-forte chaleur.

» Ce que je viens de dire montre comment on prépare le peroxyde de fer non magnétique. On n'a qu'à décomposer, par un alcali, un sel quelconque

à base de peroxyde de fer; l'hydrate qui se déposera ne sera magnétique ni avant ni après la calcination, et il en sera de même du peroxyde provenant de la suroxydation du protoxyde de fer combiné avec un *acide minéral*. Ainsi le dépôt ocracé qu'abandonne une dissolution de protosulfate ou de protochlorure de fer, et qui est composé presque entièrement de peroxyde de fer hydraté, ne devient pas altérable à l'aimant, quoi qu'on fasse.

» Tous ces faits sont faciles à vérifier, mais non à expliquer; aussi ne le tenterai-je pas. Je me bornerai à faire observer que dans tous ces phénomènes il y a quelque chose qui rappelle l'*aciération*, car le peroxyde de fer amorphe n'est très-magnétique que lorsqu'il dérive de protoxyde qui a été combiné avec du *carbone* ou avec de l'*azote*.

» La première seulement de ces deux conditions pourrait servir à expliquer le phénomène.

» En effet, en partant de ce fait que l'oxyde magnétique normal ou l'oxyde ferroso-ferrique ne perd pas son magnétisme lorsque sous l'influence de la chaleur il passe à l'état de peroxyde, on pourrait se demander si, pendant la calcination d'un sel organique à base de protoxyde de fer, il ne se formerait pas d'oxyde magnétique normal, qui conserverait ensuite son magnétisme malgré son passage à l'état de peroxyde; mais là où il n'y a primitivement que de l'hydrate de sesquioxyde de fer et des traces d'ammoniaque (tel est le cas de la rouille), comment pourrait-on supposer que sous l'influence d'une légère torréfaction, et grâce au pouvoir réducteur d'une trace d'ammoniaque, il se formât assez d'oxyde ferroso-ferrique, pour communiquer, après s'être suroxydé, un magnétisme très-prononcé à la masse entière!

» En attendant de nouveaux faits de nature à donner une explication satisfaisante du phénomène, il me semble qu'on peut admettre l'existence de trois peroxydes de fer amorphes :

» 1° Le peroxyde normal non altérable à l'aimant;

» 2° Le peroxyde allotropique que tous les chimistes connaissent;

» 3° Le peroxyde magnétique, dont je viens d'avoir l'honneur d'entretenir l'Académie. »

M. le Secrétaire perpétuel présente au nom de l'auteur, le *P. Secchi*, un ouvrage ayant pour titre : « Quatre Mémoires sur la relation qui existe entre les phénomènes météorologiques et les variations du magnétisme terrestre ».

MÉMOIRES LUS.

MÉTALLURGIE. — *Conversion de la fonte en acier fondu par la vapeur surchauffée ; par* M. **Galy-Cazalat**. (Extrait par l'auteur.)

« Une communication d'une haute importance, faite par M. Fremy dans la séance dernière, m'a déterminé à soumettre au jugement de l'Académie un Mémoire sur le nouveau système de fabrication du fer et de l'acier fondu.

» M'appuyant sur les dates des différents brevets qui garantissent mon privilége, je puis revendiquer la priorité des conversions d'un bain de fonte en fer, ou en acier, attribuées, l'une à M. Naswith, l'autre à M. Bessemer.

» Un grand nombre d'expériences, faites dans les fonderies impériales de Ruell, m'ont appris qu'on obtiendra l'acier fondu le moins coûteux, le plus homogène et le mieux épuré, en faisant passer à travers un bain de fonte un très-grand nombre de filets capillaires de vapeur surchauffée.

» Ces filets brassent parfaitement le bain, et la vapeur, en se décomposant à 1400°, décarbure la fonte et brûle le silicium par son oxygène, tandis que l'hydrogène correspondant lui enlève le soufre, l'arsenic et même le phosphore.

» Je me propose de compléter mon Mémoire lorsque les compagnies de chemins de fer auront appliqué mon système à la fabrication des rails en acier fondu, des bandages de roues, des essieux de wagons, et quand on aura obtenu des canons d'acier très-résistants, sans martelage.

» En attendant, je dépose sur le bureau trois cloches en fonte de plus en plus décarburées par la vapeur, dont la dernière est en acier avec lequel on a forgé les deux burins excellents que je présente. »

On attendra, pour nommer une Commission, la seconde communication annoncée par M. Galy-Cazalat.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYDRAULIQUE. — *Expériences sur les ondes et la propagation des remous ; par* M. **Bazin**. (Présenté par M. Clapeyron.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Dupin, Poncelet, Morin, Combes, Clapeyron.)

« Lorsqu'on projette subitement une petite masse d'eau sur la surface d'un canal rempli d'eau stagnante, on donne naissance à une onde ou gon-

flement mobile, qui se meut ensuite dans le canal avec une vitesse à peu près uniforme. J. Russell, qui a publié en 1845 des expériences fort intéressantes sur ce phénomène, lui donne le nom d'*onde de translation*.

» Les propriétés de cette onde sont très-remarquables : elle ne doit pas être confondue avec les ondes d'oscillation produites par une agitation superficielle du liquide. L'exhaussement de niveau qui accompagne ces dernières, est toujours suivi d'un abaissement à peu près égal, de telle sorte que l'eau oscille autour de son niveau primitif; elles marchent toujours par groupes composés d'un grand nombres d'ondes qui se suivent; enfin leur action ne s'étend pas à une grande profondeur au-dessous de la surface. Les caractères de l'onde de translation sont tout opposés : elle est tout entière en saillie au-dessus du niveau primitif; elle marche seule, et le mouvement produit par son passage s'étend à toutes les molécules du liquide, depuis la surface jusqu'au fond; elle jouit en outre de la propriété de franchir sans altération sensible de longs espaces. Sa vitesse de propagation est $\sqrt{g(\mathrm{H}+h)}$, H étant la profondeur du canal et h la hauteur de l'onde.

» Au lieu de donner naissance au phénomène en projetant dans le canal un petit volume d'eau, on pourrait, au contraire, produire à la surface une dépression subite, par exemple en retirant un corps qui y serait plongé. Dans ce cas, la dépression ainsi créée se propage également dans le canal : on obtient une onde à laquelle on peut donner le nom d'*onde négative*, et dont la vitesse de propagation est $\sqrt{g(\mathrm{H}-h)}$, h étant la profondeur de la dépression mobile au-dessous du niveau primitif. Toutefois l'analogie n'est pas complète : car elle ne peut franchir d'aussi longs espaces que l'onde positive; elle ne peut en outre exister seule et se présente toujours suivie d'un groupe d'ondes d'oscillation.

» J. Russell n'avait expérimenté qu'en petit : nous avons reproduit ses expériences, en opérant sur une échelle beaucoup plus grande, et nous les avons étendues au cas où l'onde se propage dans un courant. Dans une eau stagnante, l'exactitude de la formule donnée par J. Russell s'est parfaitement confirmée. Pour étendre cette formule au cas où la propagation s'opère dans un courant, il suffit d'ajouter ou de retrancher la vitesse moyenne du courant, suivant que l'onde que l'on considère se propage en descendant ou en remontant. Ce résultat, assez probable à priori, n'était cependant pas complétement évident, puisque les diverses molécules du courant sont en réalité animées de vitesses différentes. On remarque du reste que l'accord entre la formule et l'expérience n'est plus aussi complet que dans le cas d'une eau

en repos, surtout lorsque la propagation a lieu en remontant le courant. L'onde de translation perd alors quelques-uns de ses caractères, elle y perd notamment l'admirable régularité de forme qu'elle possède dans une eau stagnante : elle n'est plus susceptible de franchir sans altération d'aussi longues distances et sa hauteur diminue assez rapidement.

» La marche d'une onde isolée est un phénomène assez bien défini; mais si l'on considère une onde continue qui s'allonge successivement par l'addition de nouvelles masses d'eau comme la marée dans un fleuve, la question se complique beaucoup : on peut distinguer trois cas principaux :

» 1° Un canal est rempli d'eau en repos, on y introduit à l'une de ses extrémités les eaux d'un courant permanent : on donne ainsi naissance à une onde qui s'allonge progressivement en s'avançant sur la surface tranquille du canal.

» On peut assimiler l'onde de longueur indéfinie produite dans ce cas à une succession continue d'ondes isolées. L'expérience confirme cette prévision, mais elle conduit de plus à un fait imprévu : la hauteur de l'onde initiale qui forme la tête du remous, à mesure qu'il s'allonge dans le canal, n'est pas la même que celle du plan d'eau qui s'établit après son passage. Si la profondeur du canal est grande et le débit affluent relativement faible, l'onde initiale a une forme arrondie et parfaitement régulière : elle est notablement plus élevée que le plan d'eau qui la suit. Si, au contraire, la profondeur du canal est petite, et le débit considérable, l'onde initiale est moins élevée que toutes celles qui la suivent et déferle d'une manière continue. Il semble que, ne pouvant se mouvoir assez rapidement par suite de l'insuffisance de la profondeur, elle soit poussée en avant par les ondes suivantes qui déversent par-dessus. L'apparition du déferlement indique donc que la profondeur du canal n'est plus assez grande pour que le transport du volume d'eau affluent puisse se faire par un simple mécanisme d'ondulation.

» 2° Un écoulement régulier étant établi dans un canal à faible pente, on le suspend tout à coup par l'interposition d'un obstacle : les eaux du courant, refoulées par la présence de cet obstacle, s'arrêtent de proche en proche en donnant naissance à un remous qui se propage vers l'amont. C'est l'expérience faite pour la première fois par Bidone, mais sur une très-petite échelle.

» Au moment où l'on arrête l'écoulement, les eaux du courant s'élèvent contre l'obstacle qu'on leur oppose et le remous se propage ensuite vers l'amont. Après le passage de l'onde initiale, l'eau reste à peu près stagnante : il semble que les différentes tranches du courant, à mesure qu'elles sont

atteintes par le mouvement de propagation du remous, s'élèvent chacune à leur tour jusqu'au niveau du remous pour y rester ensuite dans un état de repos presque complet.

» La hauteur de l'onde initiale est habituellement un peu plus grande que celle du remous, dont elle forme en quelque sorte la tête.

» 3° L'écoulement étant, comme dans le cas précédent, établi dans un canal à faible pente, on projette dans ce canal les eaux d'un autre courant : un remous se forme immédiatement à la jonction des deux courants et se propage ensuite vers l'amont comme la marée dans la partie maritime d'un fleuve.

» Ce phénomène compliqué participe à la fois des deux cas précédents. En effet, l'augmentation de volume du remous pendant l'unité de temps peut être supérieure ou inférieure au volume d'eau apporté par le courant primitif. Si elle est inférieure, le remous se constitue à l'aide des eaux mêmes de ce courant qui viennent s'arrêter successivement comme elles le feraient devant un obstacle solide. Si, au contraire, elle est supérieure, non-seulement la totalité des eaux du courant primitif se trouve arrêtée dans son écoulement vers l'aval, mais une partie de celles du nouveau courant se précipite avec elles vers l'amont.

» Une même formule très-simple fait connaître, pour les trois cas qui viennent d'être indiqués, la vitesse de propagation de l'onde initiale. La condition qui doit être satisfaite pour que cette onde déferle d'une manière continue, peut s'énoncer elle-même assez simplement.

» Ces expériences paraissent jeter quelque lumière sur les phénomènes qui accompagnent la propagation de la marée dans les fleuves : phénomènes qu'elles ont permis de reproduire sur une petite échelle et dans les circonstances les plus variées. Elles fournissent notamment une explication très-simple du mascaret.

» L'ascension continue de la marée, à l'embouchure d'un fleuve, peut en effet être assimilée à la formation successive d'ondes de translation qui se propagent les unes après les autres dans le fleuve. En raison de l'exhaussement progressif du niveau, ces ondes élémentaires s'avancent avec des vitesses de plus en plus grandes : elles tendent donc toutes à se rejoindre et se rejoignent en effet, ainsi que l'on peut s'en assurer en répétant l'expérience sur une petite échelle. Cette réunion successive s'opérerait assez lentement dans un canal de profondeur uniforme ; mais s'il se rencontre un haut-fond qui retarde leur mouvement, la réunion est très-rapide et une onde de hauteur finie se forme en tête du flot. Dès que cette onde est constituée,

elle continue à se propager, poussée par les eaux qui viennent du large, et présente dans sa marche tous les caractères connus de l'onde de translation.

» Elle conserve une figure arrondie et une grande vitesse dans les parties profondes du fleuve; mais dès qu'elle rencontre un haut-fond, elle déferle d'une manière continue en produisant alors le mascaret proprement dit. »

BALISTIQUE. — *Sur la résistance de l'air au mouvement des projectiles. — Formule des portées dans l'air; par* M. **Piton-Bressant.** (Présenté par M. Morin.) (1)

(Commissaires, MM. Piobert, Morin.)

« I. *Hypothèse physique.* — Lorsqu'un mobile pénètre dans un milieu élastique tel que l'atmosphère, il déplace les molécules de ce milieu et leur communique des vitesses qui produisent des compressions et des dilatations latérales dans la région traversée.

» Supposons que les molécules déplacées soient assujetties dans ce cas, *par une loi physique, réelle ou fictive,* à rester constamment dans la couche horizontale qui les contenait avant le déplacement.

» Chaque molécule sera lancée avec une vitesse proportionnelle à $v\cos\varphi$, c'est-à-dire à la composante horizontale de la vitesse possédée par le mobile. Le travail de compression et de dilatation dans chaque couche sera dès lors proportionnel à $v^2\cos^2\varphi$.

» Mais le *travail total de la résistance* éprouvée par le mobile devant être, en outre, proportionnel au nombre de molécules qui se trouvent sur le passage de l'un de ses points, c'est-à-dire à la vitesse v de ce point, ce travail total sera proportionnel au produit de $v^2\cos^2\varphi$ par v, c'est-à-dire qu'on pourra poser $R = -Qv^3\cos^2\varphi$.

» II. *Formules.* — Je dis maintenant qu'une résistance de cette forme conduit à une *équation de la trajectoire* formulée comme il suit

$$\text{(A)} \qquad y = x\tang\alpha - g\left(\frac{x^2}{2V_0^2\cos^2\alpha} + \frac{Qx^3}{3V_0\cos\alpha} + \frac{Q^2x^4}{12}\right).$$

En effet, de cette équation on tirerait successivement

$$p = \frac{dy}{dx} = \tang\alpha - g\left(\frac{x}{V_0^2\cos^2\alpha} + \frac{Qx^2}{V_0\cos\alpha} + \frac{Q^2x^3}{3}\right),$$

$$\frac{dp}{dx} = -g\left(\frac{1}{V_0^2\cos^2\alpha} + \frac{2Qx}{V_0\cos\alpha} + Q^2x^2\right) = -g\left(\frac{1}{V_0\cos\alpha} + Qx\right)^2.$$

Mais la composante normale de la pesanteur $g\cos\varphi$ doit, en chaque point,

(1) Ce Mémoire, par suite d'un malentendu, n'avait été indiqué que par le titre dans le *Compte rendu* de la séance du 21 août, séance à laquelle il avait été présenté.

faire équilibre à la force centrifuge $\frac{v^2}{\rho}$, et comme d'ailleurs $\rho = \frac{dx}{dp \cos^3 \varphi}$ on aura, pour *formule des vitesses restantes,*

(B) $$\frac{1}{v \cos \varphi} = \frac{1}{V_0 \cos \alpha} + Qx.$$

» Remplaçant $v \cos \varphi$ par $\frac{dx}{dt}$, on obtient $dt = dx \left(\frac{1}{V_0 \cos \alpha} + Qx \right)$.

» D'où, en intégrant, on a, pour les *durées de trajet,*

(C) $$t = \frac{x}{V_0 \cos \alpha} + \frac{Qx^2}{2}.$$

» Éliminant x entre (B) et (C), on trouve cette *relation entre la vitesse et le temps :*

(D) $$\frac{1}{v^2 \cos^2 \varphi} = \frac{1}{V_0^2 \cos^2 \alpha} + 2Qt.$$

» D'où successivement, en posant $\frac{1}{V_0 \cos \alpha} = l$,

$$v^2 = \frac{1 + \tang^2 \varphi}{l^2 + 2Qt}, \quad v = (1 + p^2)^{\frac{1}{2}} (l^2 + 2Qt)^{-\frac{1}{2}},$$

$$\frac{dv}{dt} = \frac{p}{(1 + p^2)^{\frac{1}{2}} (l^2 + 2Qt)^{\frac{1}{2}}} \frac{dp}{dt} - \frac{Q(1 + p^2)^{\frac{1}{2}}}{(l^2 + 2Qt)^{\frac{3}{2}}}.$$

Or $$\frac{dp}{dx} = -g(l + Qx)^2 \quad \text{et} \quad \frac{dt}{dx} = l + Qx;$$

donc $$\frac{dp}{dt} = -g(l + Qx) = -g(l^2 + 2Qt)^{\frac{1}{2}}.$$

Par conséquent $$\frac{dv}{dt} = -g \frac{p}{\sqrt{1 + p^2}} - \frac{Q\sqrt{1 + p^2}}{(l^2 + 2Qt)^{\frac{3}{2}}}.$$

» Et, enfin, en remarquant que $p = \tang \varphi$ et $l^2 + 2Qt = \frac{1}{v^2 \cos^2 \varphi}$, on arrive à trouver, pour l'*expression de l'accélération,*

(E) $$\frac{dv}{dt} = -g \sin \varphi - Qv^3 \cos^2 \varphi.$$

» Dans cette expression de l'accélération tangentielle le terme $-g \sin \varphi$ représente la composante tangentielle de la pesanteur; l'autre terme est donc la *résistance du milieu* $R = -Qv^3 \cos^2 \varphi$.

» III. *Vérification expérimentale.* — L'équation (A) nous conduit à une formule des portées susceptible de vérification immédiate. En effet, si l'on

considère le point où la trajectoire traverse le plan horizontal mené par le centre de la tranche de la bouche, on aura pour ce point $y = 0$ et $x = X$, en désignant par X la portée. De là résulte entre la portée X, l'angle de départ α, la vitesse initiale V_0 et le coefficient Q de la résistance de l'air, une relation ou *formule des portées dans l'air :*

$$\text{(F)} \qquad \frac{\tan g\,\alpha}{g} = \frac{X}{2V_0^2\cos^2\alpha} + \frac{QX^2}{3V_0\cos\alpha} + \frac{Q^2X^3}{12}.$$

» Or on possède des séries d'expériences dans lesquelles on a mesuré les quantités V_0, α et X. Si l'on introduit ces données expérimentales dans la formule des portées, on n'aura plus d'autre inconnue que le coefficient Q. On pourra donc obtenir sa valeur pour chaque série d'expériences, et *il faudra que cette valeur soit indépendante de l'angle de départ.*

» Voyons s'il en est ainsi en réalité :

» Première série (*Expériences de Gavre*, 1848). — Canon de 30, n° 3. Boulet sphérique massif pesant $15^{kil},100$, charge 3 kilogrammes, vitesse initiale indiquée par les formules déduites d'expériences au pendule 418 mètres.

Angles de départ α	Portées X	Valeurs calculées de $Q.10^6$
0°.37′.47″	323^m	219
1.45.19	718	222
5.26.18	1647	175
10.15.56	2489	158
		Moyenne : 193,50

» Deuxième série (Gavre, 1848). — Canon de 30, n° 3. Boulet sphérique massif pesant $15^{kil},100$, charge $2^{kil},500$, vitesse initiale 395 mètres.

α	X	$Q.10^6$
0°.39′.40″	307^m	226
1.44. 5	681	203
5.25.50	1594	167
10.17.40	2234	185
		Moyenne : 195,25

» Troisième série (Gavre, 1860): — Canon rayé de 30. Boulet creux givo-cylindrique pesant $30^{kil},400$, charge 4 kilogrammes, vitesse initiale indiquée par le chronoscope $369^m,3$.

α	X	Q.10⁴
5°.25′.17″	2087ᵐ	46
10.10.28	3484	41
		Moyenne : 43,50

» Pour le tir élevé les angles de départ n'ont pas été mesurés. Nous prendrons pour α l'angle de tir, ce qui tend à diminuer la valeur de Q, mais d'autant moins que l'angle est plus grand.

Angle de tir.	X	Q.10⁴
15°	4667ᵐ	38
25	6304	40
35	7258	44
		Moyenne : 40,67

» QUATRIÈME SÉRIE (Gavre, 1860). — Canon rayé de 30. Boulet creux ogivo-cylindrique pesant $30^{kil},400$, charge $3^{kil},500$, vitesse initiale $333^{m},4$.

α	X	Q.10⁴
5°.21′.59″	1792ᵐ	42
10.19.53	3089	40
		Moyenne : 41

Angle de tir.	X	Q.10⁴
15°	4179ᵐ	35
25	5630	41
35	6626	42
		Moyenne : 39,33

» IV. *Conclusions.* — La valeur de Q est indépendante de l'angle de départ, et par conséquent la formule (F) peut être employée pour l'*établissement des Tables de tir,* en déterminant V_0 par un tir au pendule balistique ou au chronoscope, et Q par un tir sur la ligne, dans lequel on mesurera avec soin les angles de départ et les portées. Les valeurs obtenues *expérimentalement* pour V_0, α et X seront introduites dans la formule

$$\frac{Q}{2} = -\frac{1}{XV_0\cos\alpha} + \sqrt{\frac{3\,\mathrm{tang}\,\alpha}{gX^3} - \frac{1}{2X^2V_0^2\cos^2\alpha}}. \text{ »}$$

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Recherches relatives aux moyens d'augmenter l'efficacité des paratonnerres; Lettre de* **M. Perrot**.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie une expérience dont les résultats me paraissent dignes d'être pris en considération, à une époque où l'on introduit tant de métal dans les constructions; ces résultats, en effet, semblent prouver qu'au moment où le paratonnerre reçoit le coup de foudre, le voisinage des grandes masses métalliques d'un bâtiment est plus dangereux quand ces masses communiquent au paratonnerre que lorsqu'elles en sont isolées.

» Un disque métallique faisant fonction de nuage étant maintenu électrisé au point de foudroyer d'une manière intermittente une tige métallique représentant un paratonnerre, j'ai placé parallèlement à ce nuage, et en contact avec le paratonnerre, une plaque simulant la masse métallique d'un bâtiment. A chaque coup foudroyant lancé au paratonnerre, la main approchée de la masse métallique en reçut une commotion accompagnée d'une étincelle d'une longueur égale au quart environ de l'étincelle foudroyante.

» Ayant interrompu la communication entre la masse métallique et le paratonnerre, la commotion et l'étincelle devinrent presque insensibles au moment du coup foudroyant; seulement quelques faibles étincelles se manifestèrent pendant l'intervalle de temps qui séparait deux coups successifs.

» La première expérience explique peut-être les effets du coup de foudre qui a frappé la caserne du Prince-Eugène, effets qui pouvaient être affreux si, au lieu de se produire dans le corps de garde, ils eussent eu lieu dans l'un des trois magasins à poudre ou à cartouches de cette caserne. Quoi qu'il en soit, les résultats que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie me semblent une nouvelle preuve des dangers qui accompagnent la foudre frappant des paratonnerres ordinaires, même bien établis, et de la nécessité de les mettre à l'abri de tout coup foudroyant. »

(Renvoi à la Commission des paratonnerres.)

CHIMIE. — *Recherches sur les combinaisons du perchlorure de phosphore avec d'autres chlorures; par* **M. Ern. Baudrimont**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Pelouze, Fremy.)

« J'ai dit, en traitant l'action du perchlorure de phosphore sur les élé-

ments chimiques (1), que ce genre de recherches m'avait donné des composés nouveaux, formés par la réunion de PCl^5 avec d'autres chlorures métalloïdiques ou métalliques. Je viens ajouter quelques détails à ce sujet, qui n'a été qu'effleuré dans le travail indiqué plus haut.

» J'ai pu combiner PCl^5 avec les chlorures de sélénium ($SeCl^2$), d'iode (ICl), d'aluminium (Al^2Cl^3), de fer (Fe^2Cl^3), d'étain ($SnCl^2$), de mercure ($HgCl$) et de platine ($PtCl^2$).

» Toutes ces combinaisons s'obtiennent, soit en attaquant les corps simples correspondants par PCl^5, soit en combinant directement ce dernier avec les divers chlorures indiqués. Ces combinaisons étant moins volatiles que PCl^5, on peut toujours les débarrasser de ce dernier, en soumettant le produit à une chaleur de 160 à 180°, au bain d'huile, pendant dix à vingt heures. L'excès du PCl^5 qui s'est alors sublimé, étant écarté de la masse non volatilisée, on chauffe ensuite celle-ci à une température plus élevée afin de réduire en vapeur le chlorure double qui a pris naissance; on le purifie après cela par plusieurs sublimations successives.

» Tous ces composés sont solides, volatils, quelquefois en partie décomposables par la chaleur. Ils fument à l'air, s'altèrent à l'humidité et sont décomposés par l'eau.

» *Chlorophosphate chlorosélénique* (PCl^5, $SeCl^2$). — On l'obtient par la combinaison directe de 1 équivalent de $SeCl^2$ avec 1 équivalent de PCl^5. Il se forme encore par la réaction d'un excès de $SeCl^2$ sur le protochlorure de phosphore; ou par celle du phosphore sur un excès de $SeCl^2$. Ce corps est d'un beau jaune orangé à froid et d'un rouge cramoisi magnifique à chaud. Il est volatil vers 220°.

» *Chlorophosphate chloriodique* (PCl^5, ICl). — On l'obtient :

» 1° En faisant réagir l'iode sur PCl^5 : on a

$$3(PCl^5 + 2I) = PCl^3 + PCl^5, ICl;$$

» 2° En combinant directement PCl^5 avec le protochlorure d'iode ICl;

» 3° En unissant directement PCl^3 avec le perchlorure d'iode ICl^3;

» 4° En faisant réagir PCl^5 sur ICl^3; il se dégage du chlore :

$$PCl^5 + ICl^3 = PCl^5, ICl + 2Cl.$$

» Le chlorosphosphate chloriodique est solide, cristallisable en aiguilles d'une belle couleur orangée. Il est d'une causticité sans égale : il perfore

(1) *Comptes rendus*, 1861, t. LIII, p. 637.

la peau. L'eau le décompose, et sa dissolution, qui contient du protochlorure d'iode, donne, par l'ammoniaque, un précipité d'iodure d'azote. Sa densité de vapeur est égale à 4,993.

» *Chlorophosphate chloraluminique* (PCl^5, Al^2Cl^3). — Déjà décrit par M. Weber; on peut le préparer par la composition directe des deux chlorures, ou par l'action de PCl^5 sur l'aluminium. Il est en flocons blancs, ou en une masse un peu brunâtre, lorsqu'il a été fondu. Il n'est volatil que vers 400°.

» *Chlorophosphate chloroferrique* (PCl^5, Fe^2Cl^3). — Obtenu aussi par M. Weber; on le prépare, soit par l'union directe des deux chlorures, soit par la réaction d'un excès de PCl^5 sur le fer métallique. Il est d'un brun foncé, presque noirâtre; il fond vers 98°, et se volatilise au delà de 280°.

» *Chlorosphosphate chlorostannique* [PCl^5, $2(SnCl^2)$]. — Ce composé a été autrefois préparé par M. Caselmann en combinant directement PCl^5 avec le bichlorure d'étain. On l'obtient aussi très-facilement par l'action d'un excès de PCl^5 sur l'étain métallique :

$$3(PCl^5) + 2Sn = 2(PCl^3) + PCl^5, 2(SnCl^2).$$

» Il est d'un blanc éclatant, cristallisé en belles aiguilles nacrées. Il se volatilise vers 220° en paraissant alors se décomposer partiellement. L'eau le décompose en le dissolvant, et sa solution se prend bientôt après en une masse gélatineuse, contenant tout le phosphore et l'étain, à l'état de phosphate d'étain ayant pour formule

$$PCl^5, 2(SnO^2), Aq^\infty.$$

» *Chlorophosphate chloromercurique* [PCl^5, $3(HgCl)$]. — Le perchlorure de phosphore peut se combiner directement au bichlorure de mercure dans le rapport de 1 équivalent du premier à 3 équivalents du second. Il n'en est pas de même avec PCl^5 et le protochlorure de mercure. On a alors

$$7(PCl^5) + 6(Hg^2Cl) = 4[PCl^5, 3(HgCl)] + 3(PCl^3).$$

» Le chlorophosphate chloromercurique est en belles aiguilles blanches nacrées. Il est très-fusible et volatil vers 200°. Une chaleur brusque et plus élevée le décompose.

» *Chlorophosphate chloroplatinique* (PCl^5, $PtCl^2$). — Ce produit résulte de l'action d'un excès du perchlorure de phosphore sur le platine en éponge, sous l'influence de la chaleur :

$$2(PCl^5) + Pt = PCl^5, PtCl^2 + PCl^3.$$

Après avoir sublimé toute la masse une première fois, ce qui la décompose

en partie, on doit ensuite la purifier en la maintenant au bain d'huile à 220°, pendant vingt-quatre heures. Le chlorophosphate chloroplatinique est amorphe, d'une couleur jaune d'ocre. Chauffé à plus de 300°, il se décompose partiellement en PCl^5 en platine métallique et en chlore; mais la majeure partie du chlophosphate chloroplatinique se volatilise sans décomposition. Ce fait me paraît excessivement remarquable, car il est, je crois, le premier exemple d'un composé volatil du platine. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Note sur l'acclimatation et la culture de la Glaucie rouge annuelle, comme plante oléifère; par* **M. S. Cloez.** (Présenté par M. Decaisne.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Chevreul, Pelouze, Decaisne, Fremy.)

« La famille des Papavéracées comprend un grand nombre d'espèces de plantes dont la graine peut fournir par la pression une certaine quantité de liquide huileux, utile aux arts industriels et à l'économie domestique.

» Le pavot somnifère ou œillette a été pendant longtemps la seule Papavéracée cultivée pour sa graine oléagineuse ; j'ai proposé, il y a trois ans, la culture d'une autre plante de la même famille, commune le long des rivages de la mer, où elle croît spontanément avec une grande vigueur.

» Les essais tentés pour introduire cette nouvelle plante dans certains sols incultes ont donné des résultats très-satisfaisants, et j'ai acquis aujourd'hui la conviction que dans des terres légères, d'une fertilité médiocre, elle serait préférable à toute autre plante oléifère, tant sous le rapport du rendement que sous le rapport de la qualité du produit.

» A côté de cette plante, connue sur nos côtes sous les noms de *corblet*, de *pavot cornu*, vient se placer une espèce annuelle du même genre, que l'on trouve dans les îles de la Méditerranée, et que l'on distingue aisément de la précédente par la hauteur moindre de sa tige, par la couleur rouge vive de sa fleur et par la forme de son fruit ; les botanistes la désignent sous le nom de *Glaucium phœniceum*, Cr., ou de *Glaucium corniculatum*, Curt.

» La culture de la Glaucie rouge, essayée depuis trois ans au Muséum d'Histoire naturelle, sur une petite étendue de terrain que M. le professeur Decaisne a mis fort obligeamment à ma disposition, a fourni cette année des résultats superbes et tout à fait inattendus.

» Le premier essai a été fait avec de la graine récoltée à la fin du mois d'août 1859 et semée au mois d'avril suivant; la germination a été tardive et irrégulière : les plantes levées les premières ont assez bien végété et fruc-

tifié; les autres, au contraire, ont donné fort peu de graines, de sorte qu'en réalité le rendement s'est trouvé très-faible.

» L'année suivante, en 1861, l'essai fut renouvelé dans le même sol, et il fut fait de la même manière, eu égard à l'époque du semis; les résultats furent également peu satisfaisants; enfin, dans une dernière tentative faite cette année, au lieu de semer la graine au printemps, on la sema avant l'hiver, dans le courant du mois de novembre dernier.

» Dans ces nouvelles conditions, presque toutes les graines ont germé en même temps au printemps, et, dès le 15 avril, le sol était garni de jeunes plantes, qui se sont rapidement accrues et qui ont commencé à fleurir vers le 20 mai; les fruits siliqueux très-nombreux qui ont succédé aux fleurs ont parfaitement mûri et la récolte a été faite le 25 juillet, au moment où les siliques commençaient à brunir.

» La plante a été arrachée à la main et mise en tas sur la terre, où elle est restée pendant douze jours exposée au soleil et aux averses; le battage s'est fait ensuite très-facilement au moyen d'un fléau et sans perte sensible de graine.

» La plate-bande ensemencée avait une longueur de $5^{m},80$ et une largeur de $1^{m},20$, y compris les petits talus qui la bordaient; l'étendue superficielle était conséquemment de $6^{m},96$, soit 7 mètres en nombres ronds.

» On a obtenu par le battage $2^{lit},150$ de graine sèche pesant $1^{kil},375^{gr}$; l'expérience a montré que 100 grammes de la graine réduite en poudre et traitée par le dissolvant des huiles ordinairement employé fournissent $26^{gr},72$ d'une huile douce, siccative, peu colorée, tout à fait semblable à l'huile d'œillette.

» Une autre portion de la graine également broyée a été soumise à une forte pression à froid; il s'en est écoulé 21,25 d'huile pour 100 de graine; le résidu ou tourteau pesant 78,75 retenait 5,47 d'huile. Ce tourteau est un produit très-azoté et riche en phosphate de chaux; ce serait un excellent engrais, mais on pourrait en tirer un parti plus avantageux en l'utilisant pour la nourriture des bestiaux.

» En rapportant à l'hectare les nombres qui précèdent, on peut facilement se rendre compte de la valeur de la Glaucie rouge comparée avec d'autres plantes oléifères; on trouve ainsi un rendement de $30^{hect},7$ de graine pesant 1965 kilogrammes et contenant 525 kilogrammes d'huile. La pression ne donne que 418 kilogrammes d'huile et il reste 1547 kilogrammes de tourteaux.

» En résumé, ces résultats pratiques sont assez beaux pour encourager de tenter un peu plus en grand la culture de la Glaucie rouge. La plante croissant naturellement dans les terrains sablonneux ne réussirait peut-être pas dans les terres fortes argileuses; pour résoudre cette question, je ferai semer avant l'hiver, dans diverses localités et dans des sols différents, tout ce qui me reste de la graine recueillie; j'espère être à même de donner l'an prochain le résultat de cet essai décisif. »

M. **Martin** adresse, pour être transmis à la Commission mixte chargée de l'examen du nouvel orgue de MM. Cavaillé-Coll, les dessins et extraits de brevets mentionnés dans sa Lettre du 11 août.

« Je sais, dit M. Martin, que ce n'est pas devant l'Académie des Sciences que doivent être portées des questions de propriété industrielle; aussi n'est-il pas entré dans ma pensée de lui soumettre aucune question de ce genre. Je n'ai d'ailleurs aucun intérêt à sauvegarder, puisque le brevet qui a protégé mon invention est expiré depuis longtemps. Ce n'est donc pas une question de contrefaçon que je soulève, mais une réclamation de priorité que je forme : c'est pourquoi j'ai l'honneur de recourir à l'Académie, au lieu de m'adresser aux tribunaux; et, si pour justifier ma réclamation j'invoque des brevets, je ne les invoque que comme documents authentiques et non comme titres de propriété. »

Ces pièces et la Lettre dont on vient de lire un extrait seront mises sous les yeux de la Commission à laquelle a été déjà renvoyée la réclamation de M. Martin.

M. **le Secrétaire perpétuel** met sous les yeux de l'Académie un appareil de l'invention de *M. Poirel* et dont il avait annoncé l'envoi dans une Lettre mentionnée au *Compte rendu* de la séance du 4 août.

Cet appareil, qui a pour objet de mettre les ouvriers à l'abri des dangers qui résultent pour eux de l'inhalation des particules solides tenues en suspension dans l'air, est renvoyé à l'examen de la Commission du prix dit des Arts insalubres.

CORRESPONDANCE.

M. **le Secrétaire perpétuel** présente, au nom de *M. F. Lefort*, un opuscule intitulé : « Documents relatifs à la vie et aux travaux scientifiques et littéraires de *Jean-Baptiste* Biot ».

Il fallait, dit M. le Secrétaire perpétuel, tout le zèle de M. Lefort, qui est

allié, comme on le sait, à la famille de M. Biot, et les facilités particulières que lui donnaient ses relations intimes avec l'illustre savant, pour oser se charger d'une pareille tâche; puisque, outre les ouvrages publiés séparément, le nombre des Mémoires et articles signalés comme ayant été insérés dans divers recueils ou publications périodiques s'élève à 463, et que les titres de tous ces articles sont reproduits très-exactement, avec l'indication précise du recueil dans lequel chacun d'eux se trouve.

M. Lefort remarque en terminant ce relevé que, malgré tous les soins qu'il a mis à le faire, il ne doute pas qu'il ne soit encore incomplet. « Tel qu'il est cependant, ajoute-t-il, j'espère qu'il permettra d'embrasser dans son ensemble la vie scientifique de M. Biot. »

M. le Secrétaire perpétuel présente encore, au nom de l'auteur, *M. Delesse,* une Note imprimée sur un procédé mécanique pour déterminer la composition des roches. (*Voir* au *Bulletin bibliographique.*)

M. Bobierre prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place de Correspondant de la Section d'Économie rurale vacante par suite du décès de *M. Vilmorin.* A l'appui de cette demande, M. Bobierre adresse les publications qu'il a faites sur diverses questions d'économie rurale, et dont plusieurs avaient été, avant l'impression, soumises au jugement de l'Académie.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

Le Surintendant du Relevé géologique de l'Inde adresse un nouveau volume des publications qui se rattachent à cette grande opération (la première partie de la Paléontologie indienne). Les publications ultérieures seront régulièrement adressées à l'Académie des Sciences, comme l'ont été celles qui ont déjà paru. « Si l'Académie, dit M. le Surintendant, pouvait, en retour, enrichir de ses propres publications la bibliothèque de l'Institution géologique, elle contribuerait à faciliter ses travaux. »

(Renvoi à la Commission administrative.)

ACOUSTIQUE. — *Sur les pressions dans l'air pendant la propagation du son; par* **M. R. Clausius.**

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, et qui est imprimée dans le *Compte rendu* du 28 juillet, j'ai dit que je ne puis

adhérer à la supposition que M. Duhamel a faite sur la manière dont le mouvement des molécules a lieu pendant la propagation du son dans l'air, à savoir que les molécules qui, à l'état primitif, se trouvaient dans un plan perpendiculaire à la direction de la propagation, se meuvent avec ce plan en avant ou en arrière, sans changer leurs situations mutuelles dans le plan même, d'où suit que la pression ne peut être, en général, normale à la surface respective et égale en tous sens. J'ai énoncé l'opinion que le mouvement des molécules est moins simple et s'effectue de manière qu'à chaque point la pression est, sauf des différences très-petites, toujours égale dans toutes les directions. Dans une Note nouvelle du 4 août, M. Duhamel, en modifiant ses calculs antérieurs, a pourtant maintenu sa supposition et la conséquence qui en découle. Par là je suis obligé d'exposer en quelques mots les raisons qui m'ont conduit à mon opinion.

» D'après les idées que je me suis faites sur l'état interne d'un gaz, les molécules ne restent jamais immobiles dans leurs positions, même alors que le gaz, considéré comme un entier, est en repos; mais elles sont toujours en mouvement rapide dont la force vive est ce que nous nommons chaleur. Toutefois, dans l'exposition que j'ai à faire ici, je ne veux pas faire usage de cette hypothèse qui n'est pas encore généralement adoptée; mais je veux essayer de démontrer que, même en conservant les hypothèses sur lesquelles on est habitué à baser les calculs, on n'est pas obligé d'adhérer à la supposition de M. Duhamel.

» Je partirai des deux hypothèses suivantes : 1° que, dans un gaz qui est en repos, chaque molécule se trouve dans une certaine position où les forces qu'exercent sur elle les molécules environnantes se font équilibre, et 2° que les forces qui agissent entre les molécules d'un gaz sont, à très-peu de chose près, les mêmes qui se manifesteraient si la masse de chaque molécule était concentrée dans son centre de gravité. Poisson et d'autres géomètres se sont servis de cette dernière hypothèse, et je la crois généralement admise, parce que, dans un gaz, les distances entre les molécules sont beaucoup plus grandes que les dimensions des molécules mêmes.

» Cela posé, soit donné un tube cylindrique rempli d'un gaz. Si les molécules du gaz sont arrangées de façon que les intervalles moléculaires se trouvent égaux dans toutes les directions, la pression est aussi la même en tous sens. Figurons-nous maintenant que le gaz, ou une de ses parties, ait changé de densité par cela que les couches infiniment minces, perpendiculaires à l'axe du tube que nous voulons prendre pour l'axe des x, se sont rapprochées ou éloignées entre elles. Si, dans ce mouvement général, les

mouvements des molécules individuelles avaient eu lieu avec cette uniformité que M. Duhamel suppose dans la propagation du son, à savoir que toutes les molécules s'étaient mues parallèlement à l'axe des x, et que la grandeur du mouvement de chaque molécule était simplement une fonction de x, alors les molécules ne seraient plus arrangées de façon que leurs distances mutuelles seraient égales dans toutes les directions; mais les molécules seraient plus rapprochées ou plus éloignées dans la direction des x que dans les autres directions. Par conséquent aussi la pression ne serait plus égale en tous sens, mais il y aurait dans les divers sens des différences qui seraient du même ordre que le changement total de pression occasionné par le changement de densité. Mais cet état particulier du gaz ne serait pas un état d'équilibre stable ; mais chaque molécule, du moment où on la laisserait libre, devrait se mouvoir dans la direction où la contre-force qu'elle rencontrerait serait la moindre, jusqu'à ce que les contre-forces fussent égales dans toutes les directions, c'est-à-dire le gaz arrivé à l'état où la pression est la même en tous sens, ce qui est le seul état d'équilibre stable.

» Une question importante est encore celle de savoir si ces changements de pression s'effectueraient vite ou lentement. A cet égard on voit facilement que les chemins que doivent faire les molécules pour que le gaz passe de l'un des deux états à l'autre, sont extrêmement courts, parce qu'ils sont seulement des fractions d'un intervalle moléculaire; et de là il suit que les pressions inégales en divers sens, si elles existaient un moment, changeraient avec une très-grande vitesse.

» Si nous considérons maintenant l'acte même de la condensation ou dilatation, nous trouvons que cet état particulier dont nous avons parlé, et qui correspond aux formules employées par M. Duhamel, ne peut pas même prendre naissance.

» Quand les molécules commencent à se mouvoir, la direction et la vitesse du mouvement de chaque molécule dépendent des forces qu'elle subit de la part des autres molécules, et la direction du chemin qu'elle trace, coïncide, à chaque point, d'autant plus exactement avec la résultante des forces, que la vitesse du mouvement est moindre et que, par conséquent, l'inertie peut moins influencer la direction du mouvement. Comme les molécules qui se trouvent au commencement dans une même section perpendiculaire à l'axe du tube, n'ont pas des situations absolument égales par rapport aux autres molécules qui exercent les forces, mais qu'il y a dans leurs arrangements de petites différences accidentelles, leurs mouve-

ments seront aussi un peu différents. Les déviations des mouvements particuliers du mouvement moyen tendent à aplanir les différences de pression en divers sens, lesquelles devraient se produire, si toutes les molécules de la même section faisaient les mêmes mouvements. Comme les déviations qui seraient nécessaires pour anéantir complétement ces différences sont, ainsi que nous l'avons dit, extrêmement petites; il s'ensuit que, dans tous les cas où les mouvements des molécules n'ont pas de grandes vitesses, les différences de pression en divers sens doivent rester très-petites, et, pour parler avec plus de précision, incomparablement plus petites que le changement total de pression qui a lieu par suite du changement de densité qu'occasionne le mouvement des molécules.

» Il sera facile de faire l'application de ces considérations générales à la propagation du son. Les chemins faits par les molécules pendant la propagation du son sont très-courts, et les vitesses qu'on en peut déduire, en tenant compte de la durée d'une ondulation, sont aussi peu considérables. Il faut donc conclure, de ce qui précède, que les différences de pression en divers sens ne peuvent être que très-petites en comparaison des changements de pression qui accompagnent les changements de densité. »

« A la suite de cette lecture, M. Duhamel déclare qu'il ne voit rien à modifier dans sa Note du 4 août. Il pense toujours que l'on a eu raison de regarder comme possible un mouvement dans lequel les molécules d'un gaz décriraient des droites parallèles; et que rien n'empêche d'admettre qu'il en soit ainsi dans les mouvements très-petits et de très-courte durée qui résulteraient d'un ébranlement initial entre deux plans parallèles indéfinis, dans lequel les molécules comprises dans un même plan parallèle aux premiers seraient déplacées de quantités égales, et animées de vitesses égales perpendiculaires à ces plans.

» Dans ce cas, qu'on suppose réalisé au moyen d'un tube cylindrique à parois rigides, la pression subit des variations qui ne sont pas les mêmes dans toutes les directions autour d'un même point. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un isomère de l'alcool amylique; par* **M. Ad. Wurtz.** (Présenté par M. Balard.)

« On sait par les expériences de M. Berthelot que le gaz oléfiant et ses homologues possèdent la propriété de se combiner avec les acides chlorhydrique, bromhydrique et iodhydrique. Ayant eu occasion récem-

ment de combiner ce dernier acide avec l'amylène, j'ai pu comparer l'iodhydrate ainsi formé avec l'iodure d'amyle préparé avec l'alcool amylique, et j'ai été conduit, à la suite de cet examen, à envisager ces deux composés, non pas comme identiques, mais comme isomériques. Les faits suivants démontrent qu'il en est ainsi.

» I. L'iodure d'amyle est une combinaison assez stable dont le point d'ébullition est situé à 146°. Lorsqu'on met en contact l'iodure d'amyle avec l'oxyde d'argent et l'eau, on n'observe aucune réaction immédiate à la température ordinaire. Mais le mélange étant exposé en vase clos à la chaleur du bain-marie, il se forme de l'iodure d'argent et de l'alcool amylique. Ce dernier est accompagné d'une petite quantité d'éther amylique.

» L'iodhydrate d'amylène passe à la distillation vers 130°. Il n'est pas aussi stable que l'iodure d'amyle, et l'on ne peut le distiller sans qu'il se colore et qu'il répande à la fin des vapeurs d'iode et même d'acide iodhydrique. Deux portions de ce corps, qui ont passé à 128° et à 130°, ont donné à l'analyse :

	128°	130°	Théorie.
Carbone	30,4	30,4	30,3
Hydrogène	5,7	5,7	5,6
Iode	»	»	64,1
			100,0

» L'oxyde d'argent humide décompose immédiatement l'iodhydrate d'amylène avec dégagement de chaleur et formation d'iodure d'argent jaune. Cette réaction s'accomplit même à la température de 0°, et avec un produit débarrassé avec soin de l'iode en excès. Elle donne naissance à une certaine quantité d'amylène ; mais le produit principal est un hydrate organique, que je considère comme un isomère de l'amylalcool. Pour isoler ce corps, on a opéré de la manière suivante :

» Après avoir décomposé 35 grammes d'iodhydrate d'amylène par un léger excès d'oxyde d'argent humide, on a chauffé au bain d'huile le matras dans lequel la réaction s'était accomplie : de l'eau et un liquide plus léger et insoluble ont passé à la distillation. On a séparé la couche supérieure, et, après l'avoir desséchée, on l'a distillée. L'ébullition a commencé de 40° à 50°; et à cette température une petite quantité d'amylène a distillé. Mais la plus grande partie du liquide a passé entre 90° et 110°. Au-dessus de 110°, le thermomètre est monté rapidement; entre 130° et 150, on n'a recueilli que quelques gouttes.

» La portion qui avait passé entre 90° et 110° a été soumise à de nou-

velles distillations. Le point d'ébullition s'est rapproché de 105°. On a d'abord analysé le liquide qui a passé entre 100 et 108°. Puis ce liquide a été distillé de nouveau, et on a recueilli et analysé la partie qui a passé de 105 à 108°. Enfin on a analysé le liquide qui a distillé à 110°. On s'est d'ailleurs assuré que ces produits ne renfermaient aucune trace d'iode. Voici ces analyses :

	100-108°.	104-108°.	105-108°.	110°.	$C^5H^{12}O$
Carbone.......	69,0	68,3	68,6	69,6	68,2
Hydrogène.....	13,8	13,8	14,0	»	13,6
Oxygène......	»	»	»	»	28,2
					100,0

» On voit par ces analyses que le produit qui avait passé de 100° à 108° renfermait encore une trace d'amylène, que celui qui a distillé entre 104° et 108° était pur, qu'enfin celui dont le point d'ébullition était situé à 110° renfermait encore une petite quantité d'une substance plus riche en carbone. Ce qui avait passé entre 130° et 150° renfermait C = 74,5; H = 14,2.

» Le liquide qui avait passé à la distillation de 105° à 108° possédait une odeur pénétrante, éthérée, complétement différente de celle de l'alcool amylique. Sa densité à 0° a été trouvée égale à 0,829.

» 1gr,5 de ce liquide ont été mêlés avec précaution et en ayant soin de refroidir à 0° avec $1\frac{1}{2}$ fois à 2 fois leur volume d'acide sulfurique concentré. Le mélange, bien agité, n'était point parfaitement transparent, et au bout d'une heure environ il s'en était séparé une couche très-notable d'un liquide limpide, dont la quantité a encore augmenté du jour au lendemain, si bien que le volume de cette couche égalait environ la moitié du volume du liquide primitif.

» Ce corps était un hydrogène carboné (diamylène et triamylène) formé par l'action de l'acide sulfurique sur l'hydrate $C^5H^{12}O$, et renfermant

	Vers 200°.	Théorie.
Carbone..................	85,6	85,7
Hydrogène................	14,6	14,3

» Le liquide sulfurique, dont on avait séparé l'hydrogène carboné, a été étendu d'eau et saturé par le carbonate de baryte. La solution, convenablement concentrée, a laissé un résidu insignifiant et n'a pas donné de sulfamylate de baryte.

» D'un autre côté, 1gr,5 d'alcool amylique pur ayant été traités exacte-

ment de la même manière par l'acide sulfurique, on a obtenu une belle cristallisation de sulfamylate de baryte.

» II. Lorsqu'on met en contact l'iodure d'amyle avec une quantité équivalente d'acétate d'argent délayé dans l'éther, la réaction ne s'accomplit pas à la température ordinaire, mais bien lorsqu'on chauffe le mélange en vase clos à 100°. Par la distillation on sépare d'abord de l'éther et l'on obtient ensuite de l'acétate d'amyle en quantité presque équivalente à celle de l'iodure employé. L'odeur de poire de cet acétate d'amyle est tres-marquée et très-caractéristique.

» Lorsqu'on met en contact l'iodhydrate d'amylène avec une quantité équivalente d'acétate d'argent délayé dans l'éther et refroidi à 0°, la réaction s'accomplit immédiatement avec formation d'iodure d'argent jaune. Le tout étant soumis à la distillation, il passe d'abord de l'éther avec de l'amylène, puis de l'acide acétique, enfin le thermomètre monte jusque vers 130°. Le liquide qui avait passé au-dessus de 100°, a été agité avec une solution de carbonate de soude, décanté et distillé. On a recueilli ce qui a passé entre 120° et 130°. La quantité de ce liquide était relativement peu considérable et offrait, à peu de chose près, la composition de l'acétate d'amyle, sans être identique avec ce corps; car son odeur était entièrement différente.

» III. L'acide bromhydrique se combine avec l'amylène et le produit de cette combinaison, l'iodhydrate d'amyle, est isomérique avec le bromure d'amyle et non identique avec ce corps, comme l'admet M. Berthelot.

» D'après mes expériences, le bromhydrate d'amylène bout à 110°. Voici la composition d'un produit qui avait passé entre 108 et 113° et dont j'ai préparé une quantité notable :

		Théorie.
Carbone..........	39,8	39,7
Hydrogène........	7,6	7,3

» Le bromhydrate d'amylène réagit à la température ordinaire sur l'oxyde d'argent humide, en formant du bromure d'argent, une petite quantité d'amylène et un hydrate qui paraît identique avec celui qu'on obtient avec l'iodhydrate.

» IV. Il me semble que ces expériences établissent des relations d'isomérie, d'une part entre l'iodure et le bromure d'amyle et les composés qui se forment par la combinaison des acides iodhydrique et bromhydrique avec l'amylène, et d'autre part entre l'alcool amylique et l'hydrate qu'on obtient par l'action de l'eau et de l'oxyde d'argent sur l'iodhydrate d'amylène. Cette

action, qui est si énergique à la température ordinaire, indique que l'acide iodhydrique est faiblement enchaîné à l'amylène. On peut supposer que dans cet iodhydrate et dans l'hydrate qui lui correspond et qu'on pourrait nommer *hydrate d'amylène*, l'amylène conserve son caractère de radical diatomique. On admet qu'il en est ainsi dans le bromure d'amylène, et mes expériences indiquent que le bromhydrate possède une constitution analogue à celle du bromure; HBr se montre en effet l'équivalent de BrBr. Ces relations d'isomérie sont de celles qu'on peut essayer d'interpréter à l'aide de formules rationnelles :

$(\text{C}^5\text{H}^{11})'\text{H}$ Hydrure d'amyle.	$(\text{C}^5\text{H}^{10})''\left\{\begin{matrix}\text{Br}\\\text{Br}\end{matrix}\right.$ Bromure d'amylène.
$(\text{C}^5\text{H}^{11})'\text{Br}$ Bromure d'amyle.	$(\text{C}^5\text{H}^{10})''\left\{\begin{matrix}\text{H}\\\text{Br}\end{matrix}\right.$ Bromhydrate d'amylène.
$(\text{C}^5\text{H}^{11})\text{HO}$ Alcool amylique, hydrate d'amyle.	$(\text{C}^5\text{H}^{10})''\left\{\begin{matrix}\text{H}\\\text{HO}\end{matrix}\right.$ Hydrate d'amylène.

» La seconde série de corps paraît offrir des relations évidentes avec l'amylglycol :

$\left.\begin{matrix}(\text{C}^5\text{H}^{10})''\\\text{H}^2\end{matrix}\right\}\text{O}^2$ Amylglycol.	$(\text{C}^5\text{H}^{10})''\left\{\begin{matrix}\text{Br}\\\text{HO}\end{matrix}\right.$ Amylglycol bromhydrique.	$(\text{C}^5\text{H}^{10})''\left\{\begin{matrix}\text{H}\\\text{HO}\end{matrix}\right.$ Amylglycol hydrique ou hydrate d'amylène.

» Je me propose de vérifier l'existence de ces relations par des expériences directes.

» En terminant, j'ajoute qu'en combinant avec les hydracides les hydrogènes carbonés voisins de l'amylène, tels que le caproylène, l'œnanthylène, le caprylène, on obtiendra des composés homologues avec ceux que je viens de décrire. Je regarde comme probable qu'avec ces composés on pourra former des hydrates homologues avec l'hydrate d'amylène. Ainsi mes expériences font pressentir l'existence d'une série d'hydrates isomériques avec les alcools ordinaires. J'ai lieu de croire que dans les termes inférieurs ces deux séries se confondent en une seule; car, ayant préparé de l'iodure de propyle par l'action de l'acide iodhydrique sur le propylène, j'ai trouvé que le point d'ébullition de cet iodure est situé à 92°, qui est le point

d'ébullition de l'iodure de propyle récemment préparé par M. Friedel. Le premier iodure ne réagit pas à la température ordinaire sur l'oxyde d'argent humide, à la manière de l'iodhydrate d'amylène, et peut être converti en un alcool, lequel donne un sulfopropylate efflorescent dans un air sec et possédant la même apparence cristalline que le sulfopropylate de baryte obtenu avec l'alcool propylique ordinaire. Pourtant je ne donne point cette conclusion comme définitive et je me réserve de terminer les expériences que j'ai commencées à ce sujet. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Accroissement de l'action photogénique par la substitution de l'acide formique à l'acide acétique dans le bain révélateur d'acide pyrogallique; par* **M. H. Claudet**. (Présenté par M. Balard.)

« Dans tous les Traités de photographie on recommande, comme condition de sensibilité, le plus grand soin à maintenir le bain de nitrate d'argent presque neutre et amené juste au point où il est près de tourner à l'acide. En effet, tant que le bain sensibilisateur est alcalin ou excessivement acide, le bain révélateur d'acide pyrogallique contenant de l'acide acétique détermine la réduction du sel d'argent plus lentement que lorsque le bain de nitrate d'argent se trouve près de l'état neutre avec tendance à l'acide.

» L'acide formique, qui jouit lui-même d'un pouvoir réducteur si prononcé, a naturellement dû occuper l'attention de beaucoup d'opérateurs; aussi a-t-il été annoncé plusieurs fois que son action pouvait être utilement employée dans les procédés photographiques; mais dans aucune communication on n'a jamais donné de formules exactes pour son emploi.

» J'ai voulu aussi essayer ses propriétés, et tant que j'ai opéré avec un bain sensibilisateur neutre qui paraissait une condition essentielle pour rendre plus rapide l'action du bain révélateur contenant d'autres acides, je n'ai trouvé aucun avantage à l'employer.

» J'ai voulu alors voir quel serait son effet, d'abord avec le concours d'un bain alcalin, ensuite avec celui d'un bain acide, et après plusieurs expériences j'ai pu, en modifiant sans cesse les proportions, constater que l'acide formique exerçait une action des plus actives quand la plaque avait été rendue sensible par un bain décidément acide.

» On arrive au degré convenable d'acidité avec 3 gouttes d'acide nitrique concentré ajoutées à un demi-litre de bain contenant $2^{gr},27$ de nitrate d'argent pour 31 grammes d'eau distillée; quant au bain révélateur, il se

fait de la manière suivante :

Eau distillée	200^{gr}
Acide pyrogallique	1,22
Acide formique	26
Alcool	20

» Le collodion que j'emploie est fabriqué par M. Thomas, de Londres, et contient de l'iodure de potassium et de l'iodure de cadmium. La plaque doit rester environ 3 minutes dans le bain d'argent lorsqu'il est neuf, et de 5 à 6 minutes lorsqu'il a servi pendant quelque temps. Le maximum de la sensibilité est donné par un bain de nitrate d'argent neuf. Quand la plaque est retirée du bain, on doit bien l'égoutter, jusqu'à ce qu'il ne reste presque plus de nitrate d'argent liquide dessus. On observe, lorsque le bain révélateur est versé sur la plaque, que l'image apparaît immédiatement avec de très-beaux demi-tons et que les blancs sont très-brillants. La pose à une distance de 7^{m}, 50 lorsque le temps est beau et qu'on opère avec une lentille de Voigtlander de 76 millimètres de diamètre et un foyer de 19 centimètres, est instantanée, ainsi que M. Balard s'en est assuré lui-même à Londres par des expériences que j'ai faites devant lui.

» En résumé, par ce mode d'emploi de l'acide formique, on obtient les avantages suivants :

» 1° L'image apparaît aussi vite qu'avec le protosulfate de fer et avec plus d'intensité,

» 2° Si la pose a été le temps voulu, on n'a pas besoin d'intensifier le négatif comme on le fait généralement lorsqu'on emploie le protosulfate de fer.

» 3° La pose est six fois plus courte par ce procédé que par le procédé ordinaire du bain neutre et le bain révélateur d'acide pyrogallique et d'acide acétique.

» On conçoit que si l'image peut être produite instantanément sous les châssis de verre de la chambre où l'on opère et à une distance de 7^{m},50, un procédé d'une telle rapidité doit être d'une grande utilité pour fixer l'image d'objets mouvants. Jusqu'à présent, je n'ai pu trouver le temps de faire des essais de ce genre.

» Je ne connais pas le procédé employé par MM. Ferrier, Warnod, Wilson, England et Breese, pour obtenir les belles vues instantanées que l'on admire à l'Exposition internationale; mais je ne doute pas que l'action accélératrice de l'acide formique, si elle n'est pas mise à profit déjà par ces ha-

biles opérateurs, ne soit susceptible de produire dans leurs mains des résultats encore plus extraordinaires. »

M. Faivre demande et obtient l'autorisation de reprendre les planches annexées à deux Mémoires présentés par lui aux mois d'avril et de juillet 1857, Mémoires relatifs à la physiologie du système nerveux chez les Dytisques.

M. Paulet adresse de Genève une nouvelle Note sur la démonstration du dernier théorème de Fermat, et demande qu'elle soit substituée à sa précédente Note sur la même question.

M. Lamé est invité à prendre connaissance de cette Note et à faire savoir à l'Académie si elle doit être renvoyée à l'examen d'une Commission.

M. P. Giraud, en adressant un ouvrage imprimé ayant pour titre : « Notes chronologiques pour servir à l'histoire de Bormes, » prie l'Académie de vouloir bien le comprendre, si elle ne le juge pas d'un intérêt trop exclusivement local, dans le nombre des pièces admises au concours pour le prix de Statistique.

(Renvoi à la Commission du prix de Statistique.)

M. Glotin envoie de Bordeaux un Essai sur les navires à plusieurs rangs de rames des anciens, et exprime le désir de connaître le jugement qui aura été porté sur cet ouvrage.

Le livre étant imprimé ne peut, d'après un article du règlement de l'Académie, devenir l'objet d'un Rapport; on le fera savoir à l'auteur.

M. Veyrat annonce que depuis la communication qu'il a faite à l'Académie de son mode de traitement du choléra, il a eu l'occasion d'en faire l'application dans deux nouveaux cas où il a obtenu, comme dans tous les cas précédents, un succès complet.

(Renvoi à la Commission du prix du legs Bréant.)

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans la séance du 25 août 1862 les ouvrages dont voici les titres :

Carte géologique du département de la Haute-Marne ; par M. A. DUHAMEL, Ingénieur en chef des Mines ; publiée par *MM. Élie de Beaumont* et *de Chancourtois,* professeurs de Géologie à l'Ecole impériale des Mines. Paris.

Documents relatifs à la vie et aux travaux scientifiques ou littéraires de Jean-Baptiste BIOT ; *par* F. LEFORT. 1862 ; br. in-8°.

Procédé mécanique pour déterminer la composition des roches ; par M. DÉLESSE.

Opuscules adressés par M. Adolphe BOBIERRE, comme pièces à l'appui de sa candidature pour une place vacante de Correspondant de la Section d'Economie rurale : — *Des phénomènes électro-chimiques qui caractérisent l'altération, à la mer, des alliages employés pour doubler les navires.* — *Observations relatives à l'agriculture de l'ouest de la France* (Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris, pour obtenir le grade de docteur ès sciences). — *Noir animal; analyse, emploi, vente.* — *Études chimiques sur le phosphate de chaux et son emploi en agriculture.* — *De la nécessité d'une législation répressive en matière de transactions sur les engrais industriels.* — *Note sur le moyen de doser rapidement l'azote du guano et des principaux engrais au moyen d'un appareil ammonimétrique.* — *Études chimiques sur la composition des eaux du canal de Bretagne dans la traverse de Nantes.* — *Quelques mots sur l'impôt du sel destiné à l'industrie.* — *Commentaires sur la nouvelle législation des engrais.* — *Études chimiques sur l'étamage des vases destinés aux usages alimentaires.* — *Discours prononcé le* 16 *novembre* 1856 *en séance solennelle de la Société académique de Nantes.* — *Discours prononcé le* 4 *novembre* 1861 *dans la séance solennelle de rentrée de l'École préparatoire de Médecine et de Pharmacie et de l'École préparatoire des Sciences et des Lettres de Nantes.*

Technologie des engrais de l'ouest de la France ; par MM. Ed. MORIDE et Adolphe BOBIERRE. Paris et Nantes, 1848 ; in-8°.

Études chimiques sur les eaux de la Loire-Inférieure; par les mêmes (Article du *Journal d'Agriculture de l'ouest de la France*).

(Ces pièces sont renvoyées à l'examen de la Section d'Economie rurale.)

Opuscules adressés par M. le Dr CHRESTIEN : — *Exposé des titres scientifiques du Dr Chrestien.* — *De l'innocuité du seigle ergoté quand il est admi-*

nistré à propos. — De l'efficacité du peroxyde de fer contre les hémorragies passives. — De la lithotritie chez les jeunes enfants. — Lettre à M. le Dr Moutot, agrégé en exercice près la Faculté de Médecine de Montpellier (Extrait du *Montpellier médical*).

Mémoire sur deux enfants adhérents nés à la Maternité de Toulouse; par M. LAFORGUE. Toulouse, 1862; br. in-8°.

Rapport sur un ouvrage de M. Guérin-Méneville intitulé : *Rapport à S. E. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics, sur les progrès de la culture de l'ailante et de l'éducation du ver à soie (Bombyx cynthia), que l'on élève en plein air sur ce végétal; par* M. ROY. Châlons-sur-Marne, 1862; br. in-8°.

Essai sur les navires à rangs de rames des anciens; par P. GLOTIN. Bordeaux, 1862; in-8°.

Mémoire sur l'un des sujets de prix proposés par la Société Dunkerquoise, pour le concours de 1861; *par* M. HELLAND (Extrait du 8e volume des *Mémoires de la Société Dunkerquoise*). Dunkerque, 1862; br. in-8°.

Flint... *Instruments en silex provenant des terrains quaternaires: Exposé des nouvelles découvertes faites tant sur le continent qu'en Angleterre;* Mémoire communiqué à la Société des Antiquaires, par John EVANS. Londres, 1862; in-4°.

Memoirs... *Mémoires concernant le relevé géologique de l'Inde*: Paleontologia Indica. *Figures et description des restes organiques découverts par suite des travaux pour la carte géologique de l'Inde; par* T. OLDHAM; 1re partie: *Céphalopodes fossiles des terrains crétacés de l'Inde méridionale.* Calcutta, 1862; in-4° avec figures.

Memorie... *Mémoires de l'Institut royal lombard des Sciences, Lettres et Arts;* vol. VIII, fasc. VII, et vol. IX, fasc. I. Milan, 1862; in-4°.

Atti... *Actes de l'Institut royal lombard des Sciences, Lettres et Arts;* vol. III, fasc. 1 à 4. Milan, 1862; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 28 juillet 1862.)

Page 205, ligne 13, *au lieu de* $\Pi + 3\Pi \frac{du}{dx} =$ etc., *lisez* $\Pi - 3\Pi \frac{du}{dx} =$ etc.

Page 205, ligne 16, *au lieu de* $k = \Pi - \frac{2}{5}\Pi$, *lisez* $k = -\frac{2}{5}\Pi$.

nistré à propos. — De l'efficacité du peroxyde de fer contre les hémorragies passives. — De la lithotritie chez les jeunes enfants. — Lettre à M. le Dr Mouton, exercé en exercice près la Faculté de Médecine de Montpellier (Extrait du *Montpellier médical*).

Mémoire sur deux enfants adhérents nés à la Maternité de Toulouse; par M. Estevenet. Toulouse, 1862; br. in-8°.

Rapport sur un ouvrage de M. Guérin-Méneville intitulé : *Rapport à S. E. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics, sur les progrès de la culture de l'Ailante et de l'Éducation du ver à soie (Bombyx cynthia), que l'on élève en plein air sur ce végétal*; par M. Roy. Châlons-sur-Marne, 1862; br. in-8°.

Essai sur les nombres à rangs de rimes des anciens; par P. Gloëne. Bordeaux, 1862; in-8°.

Mémoire sur l'un des sujets de prix proposés par la Société Dunkerquoise, pour le concours de 1861; par M. Bruneau. Extrait du 8e volume des *Mémoires de la Société Dunkerquoise*. Dunkerque, 1862; br. in-8°.

Flint... *Instruments en silex provenant des terrains quaternaires. Exposé des nouvelles découvertes faites sur le continent et en Angleterre*. Mémoire communiqué à la Société des Antiquaires; par John Evans. Londres, 1862; in-4°.

Memoirs... *Mémoires concernant le relevé géologique de l'Inde : Palæontologia Indica. Figures et description des restes organiques découverts par suite des travaux pour la carte géologique de l'Inde*; par T. Oldham; 1re partie : *Céphalopodes fossiles des terrains crétacés de l'Inde méridionale*. Calcutta, 1862; in-4° avec figures.

Memorie... *Mémoires de l'Institut royal lombard des Sciences, Lettres et Arts*; vol. VIII, fasc. VII, et vol. IX, fasc. I. Milan, 1862; in-4°.

Atti... *Actes de l'Institut royal lombard des Sciences, Lettres et Arts*; vol. III, fasc. 1 à 9. Milan, 1862; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 28 juillet 1862.)

Page 265, ligne 15, au lieu de $\Pi = 3\,\Pi\,\frac{d\Pi}{dx} = \text{etc.}$, lisez $\Pi - 3\Pi\frac{d\Pi}{dx} = \text{etc.}$

Page 268, ligne 16, au lieu de $k = \Pi - \frac{2}{5}\,\Pi$, lisez $k = -\frac{2}{5}\,\Pi$.